

文章编号:1674-6139(2009)04-0046-04

2005年-2008年亚洲东部沙尘暴的定期数字记录监测

张刚¹, 王宁¹, K. Kinoshita, T. Nagamatsu², D. Jugder³, N. Otgonjargal³

(1. 东北师范大学, 吉林 长春 130024; 2. 鹿儿岛大学, 日本 鹿儿岛 890-0065; 3. 乌兰巴托水利气象学院, 蒙古 乌兰巴托 210646)

摘要:地处亚洲东部的中国长春, 蒙古乌兰巴托和日本鹿儿岛, 作为亚洲沙尘暴的地面监测站点, 用数码相机全自动定时拍摄记录天空的数字照片, 通过分析数字照片数据上像素点的信息和建筑的能见度, 来判断沙尘暴事件的发生及强度。对比分析了2005年-2008年冬春季数字监测数据与NOAA, MT-SAT和Terra, Aqua/MODIS的卫星遥感图片以及其他相关沙尘天气的报道。在监测的图片数据上, 持续1~2天的强沙尘暴天气能够被清楚的识别, 轻度的沙尘天气与云量较多的天气较难区别。

关键词:数字照片; 沙尘暴; RGB分析; 能见度

中图分类号:X43

文献标识码:A

Camera Records of Asian Dust Events in Eastern Asia during 2005-2008

Zhang Gang¹, Wang Ning¹, T. Nagamatsu², D. Jugder³, N. Otgonjargal³

(1. Northeast Normal University, Changchun 130024, China;

2. Kagoshima University, Kagoshima 890-0065, Japan;

3. Institute of Meteorology and Hydrology, Ulaanbaatar 210646, Mongolia)

Abstract: Interval recordings of sky images by digital cameras have been made at three locations in eastern Asia, i. e., Changchun in northeast China, Ulaanbaatar in Mongolia, and Kagoshima in southwest Japan, so as to see the transmission of Asian dust through the changes in the sky color and the decreases in visibility. The results in the springtime during 2005-2008 are compared with the images of meteorological satellites NOAA, MTSAT and Terra, Aqua/MODIS, and other information on dusty air. Many heavy dust events are clearly seen in the series of the images lasting for a day or two, while light or dispersed events are difficult to distinguish from cloudy scenes.

Key words: digital camera, sandstorm, RGB analysis, visibility

前言

沙尘暴的监测方法主要包括地面监测和卫星遥感。本文所述方法属于地面监测。使用具有定时拍摄功能的数码相机长期监测大气质量与混浊程度。为了获得亚洲东部地区沙尘暴事件的数字记录数据, 2003年在中国吉林省长春^[1], 2004年在蒙古国的乌兰巴托及2005年在达兰扎达嘎德, 架设了具有定时拍摄功能的数码相机^[2-4]。在日本鹿儿岛, 从2000年开始使用具联网功能的数码相机用来监测^[1], 2005年, 具近红外拍摄功能的摄像装置也被应用于监测。本文旨在结合卫星遥感图片和相关气

象信息协助分析数码相机获得的图片监测数据, 判定沙尘天气的传输途径和过程。通过图片上天空色彩的变化和建筑物能见度的改变, 沙尘暴的发生与发展过程能够被清晰的识别, 结论与卫星遥感图片所示和其他相关沙尘暴事件的报道具有一致性。

1 仪器设置

在东北师范大学, 从2003年春季开始, 架设了Casio QV-R4型的数码相机进行监测, 另外, 在蒙古国的乌兰巴托水利与气象学院, 于2004年投入Richo Caplio G4Wide型的相机进行监测。两部相机记录数据均采用640×480分辨率, JPEG存储格式, 定时拍摄间隔为1小时。此外自2005年底, 在日本鹿儿岛靠近Kamoike港口处也架设了Richo Caplio G4Wide型相机实施全年监测。对此监测方法而言, 监测前相机的设置, 诸如间隔拍摄时间, 白平衡等是

收稿日期: 2008-12-01

作者简介: 张刚(1978-), 男, 沈阳市人, 在读博士, 工程师, 研究方向: 大气污染控制工程与扰动生态。

关键,而监测过程中应该注意防范由于电力不足而导致的相机不能正常监测。出于补充监测考虑,在长春和乌兰巴托两地各使用 SONY DCR-TRV40E 和 TRV-900 摄像机并行监测,记录时间间隔为 10 分钟,长度为 0.5 秒。

在日本鹿儿岛大学教育系,从 2000 年底至今,设置了面向东方天空具联网功能的数码相机,全天候五分钟间隔实时监测 Sakurajima 火山的火山灰状况。2006 年 6 月 22 日以后,时间分辨率调整为 1 分钟。自 2007 年 8 月 20 日起,增加一部数码相机放置于距离火山口西西南方向 9.8 km 处,使用近红外拍摄模式,10 秒间隔来监测火山灰的快速变化。上述方法监测的数据对分析大气的混浊度行之有效,另外从时间分辨率上考虑,对于沙尘暴此类缓慢发生的事件而言已足够。

在拍摄画面的设置上,低于监测水平面的部分被设计成占画面的较少部分,占画面更多的天空在垂直方向上色彩的变化能够更有助于后期数据分析。在鹿儿岛,采用 Sony DSC-V1 或者 V-3 型相机,在常规和近红外(NIR)模式下拍摄 3~4 个画面以监测覆盖东向天空,夜间拍摄模式下采用能够遮蔽 840 nm 波长的红外(IR)过滤器获取近红外图片数据^[5]。在拍摄的全景图片数据上,能够获取更多的能见度参照物并依此确定相应能见度。

2 数据分析与处理

后期数据处理时,挑出具有沙尘暴过境特征的图片数据,除去夜间数据,根据图片日期重新命名所选图片数据,以网页形式共享。原始监测数据可以在三地各研究组内进行交流,访问网址如下:

<http://arist.edu.kagoshima-u.ac.jp/adust/kosa-e/kosa-e.htm>

通过如下特征能够判定沙尘天气过境与否:数码图片色彩的差异,图片上垂直方向上亮度的变化,以及远处能见度参照物和天空对比度的下降。首先在图片垂向上取一条线(对不同图片而言位置应固定,便于比较),解析该线上各像素点 8 位的 RGB(红,绿和蓝)色彩信息,获得的 RGB 波形位置关系^[1-4],可以定量分析所发生沙尘天气的轻重程度。对于晴朗天空,所取线上各像素点的 RGB 信息灰度级关系有 $B > G > R$,相对的位置关系亦很明显,此种情况越靠图片顶部越明显。在云量多的天气下,上述差异变小,尤以 G 和 R 值更为接近,但是大小关系没有变化。在沙尘天气过境下,RGB 的灰度级位置关系变化为 $B < G < R$,随着沙尘天气程度加

重,灰度级间差异也增大,二者变化正相关。用 B/G 和 R/G 值做分散度关系图(见图 4),此法对于按照大气混浊程度来划分过境沙尘暴级别很有效。在监测图片上沿着监测平面确定一条水平线,分析线上各像素点的 RGB 信息有助于确定沙尘天气过境时能见度的变化。



图 1 2005 年春季监测点位置示意图

NOAA, MTSAT 和 Terra, Aqua/MODIS 的卫星图片有助于研究亚洲东部地区的沙尘暴传输和分布。可见和近红外波段的图片有助于研究大气载沙层的厚度,而 Aerosol Vapor Index (AVI) 图片上能够辨别昼夜沙尘天气的分布,通过分析热红外波段在 12 和 11 微米的差异^[6]。上述卫星遥感图片以及诸如由日本气象局报道的亚洲东部沙尘暴发生统计数据 and 亚洲沙尘暴网上公示的信息,均可以用来与长春,乌兰巴托和鹿儿岛三地的监测图片数据进行对照比较。

3 2005 年-2008 年监测结论统计

3.1 2005 年监测统计

Sharp MD-PS1 型数码相机作为表 2 中所列三个监测点的补充,被放置于蒙古国南部戈壁达兰扎达嘎德气象站进行监测。3 月 14 日至 3 月 28 日期间的定时监测数据中显示,始于 3 月 15 日下午的一次沙尘暴被记录下来,16 日降雪,此后为晴天。但随后相机的机械故障导致自动监测被中断。在乌兰巴托,3 月 6 日至 6 月 6 日期间的监测如期完成,但是没有任何沙尘暴的发生。

在长春,监测计划从 3 月 8 日至 6 月 17 日如期完成,从 3 月 9 日起发生一次严重的沙尘天气过境起,沙尘天气不断。图 2 所示为 3 月 21~23 日,不同天气下能见度的差异。

图 3 显示了 B/G 和 R/G 的散点分布图,其中 4 月 6 日的中等程度的沙尘天气与晴朗天气和多云天气可以明显区分开,而 4 月 30 日的轻度沙尘天气则很难与多云天气相区分。

与长春的监测数据和相关亚洲东部的沙尘暴报

道相一致,在鹿儿岛大学接收到的 NOAA 的 AVI 图片上,相应的沙尘天气也能够清楚地被识别。尤其是 4 月 21 日强烈的途经韩国和日本的沙尘暴过境事件。2005 年春季的监测结果见参考文献^[7]。2005 年 11 月 7 日,明显的沙尘天气影响韩国和日本地区,此次沙尘源于 11 月 5 日的内蒙古地区。类似于此发生在秋季的沙尘暴事件 2002 年时曾见诸报道^[1]。

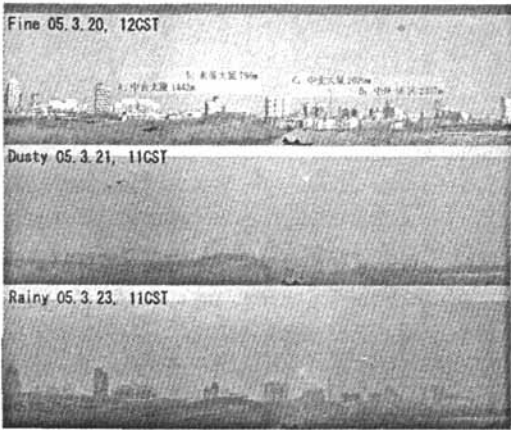


图 2 晴天,沙尘天气和雨天条件下的
近地平线视野能见度状况,3 月 21 ~ 23 日。

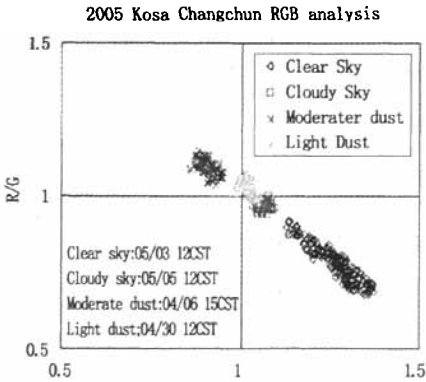


图 3 B/G 和 R/G 的散点图,5 月 3 日 - 晴;
5 月 5 日 - 多云;4 月 6 日 - 中度沙尘;4 月 30 日 - 轻度沙尘

3.2 2006 年监测统计

在长春,监测了 2 月 27 日至 6 月 20 日期间的沙尘天气过境。参考文献^[8]中系统总结了发生于 3 月 12 日至 5 月 15 日期间 3.4 月份的主要沙尘事件。

图 4 所示为 NOAA/ACHRR - 1 和 2 所得可见和近红外图片,时间为 4 月 8 日下午,图上可见厚厚的沙尘覆盖于朝鲜半岛和日本西部地区。此次沙尘暴发展速度的分析,图片源是一小时间隔的 MT-SATIR 的 AVI 遥感图^[9]。由于在乌兰巴托 3 月 10

日至 6 月 4 日数码相机的静态图片监测没有如期完成,故只捕捉到了期间的 9 时、12 时和 15 时(蒙古标准时间 = 中国标准时间 = 日本标准时间 - 1 小时)的视频图像。分析近几年的监测数据发现,发生于蒙古国的沙尘暴过境和过境时的天空状况间关系已被确定,但其与长春地区监测所得的图像数据间的关系尚未发现明显相关。

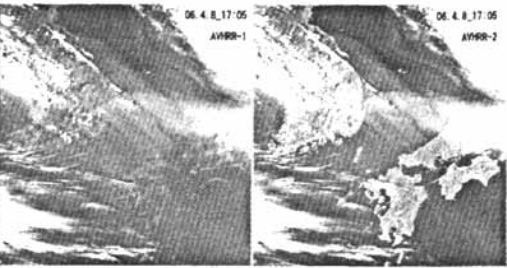


图 4 NOAA/AVHRR - 1 和 2 所摄韩国和日本
西部的卫星图片,17:05 JST,4 月 8 日。

3.3 2007 年监测统计

从 3 月 5 日到 8 月 7 日约 5 个月的监测数据分析中发现,长春最严重的沙尘暴发生于 3 月 31 日(图 1)。此次沙尘暴事件是由于 MTSAT AVI 图上所示(图 5)低气压气旋结构携带大量干沙尘和云导致的。连续时间间隔的 AVI 图显示(图上明亮部分),未来 1 天内气旋携带沙尘逐渐过境长春地区,扩散并抵达韩国和日本地区。长春地区 2007 年其他的沙尘天气均为中度或者轻度。由于相机的设置问题,乌兰巴托地区的监测没有如期完成。

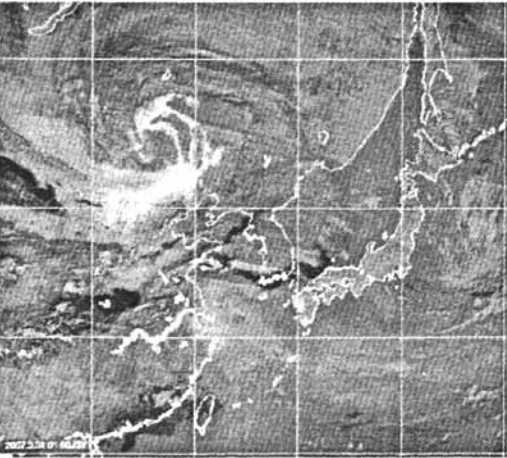


图 5 2007 年 3 月 31 日,
日本标准时间 1:00 的 MTSAT/AVI 图

在鹿儿岛,不仅由于沙尘天气的影响,陆地上所产生的污浊空气和其他污染气象条件,也导致了本

地区的能见度的下降。从照片上估算出来的参照物的能见度对于研究大气质量或许有些帮助。图6中是以3个小时为间隔拍摄的晴朗天空作为对照,为增加不同距离能见度参照物的数量,在图7中,四个拍摄角度的图片被拼合一起以获得覆盖北-东-南方向上的全景视野。图9为特写图用来标示各能见度参照物位置。2006年开始使用全景图,2007年起建立了长期全景监测机制。在文中第2部分所列网址中能够查得本年所有春季监测结论。

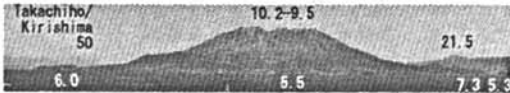


图6 使用 Ricoh Caplio G4 广角相机拍摄的参照物距离监测点距离,单位:km



图7 2007年3月11日中午拍摄的四幅照片的合成,覆盖北-东-南三个方向

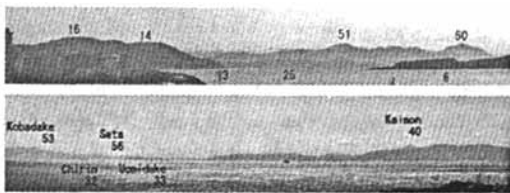


图8-9 监测点北-东北及南-东南两侧监测目标物的特写

3.4 2008年监测统计

乌兰巴托地区的监测是从3月25日至5月20日,采用30分钟为拍摄间隔。在春季天空相当清澈,发生于4月17日下午的一次沙尘天气过境,沙尘天气持续了两个小时(4月17日14~15时),此次沙尘天气影响范围很小,仅为当地。

本年第一次影响到日本的沙尘天气发生于3月2日~3日,从日本西部到东部波及范围很广。根据日本气象厅所公布的沙尘天气统计数据来看,仅观测到11次沙尘天气过境,为2000年以来最少的年份。长春的监测数据在分析中。

4 结论

结合卫星遥感图片和其他相关数据,使用数字图片长期自动监测亚洲地区沙尘暴是行之有效的。此法同样可以被用来研究其他方面的大气污染与天气变化。图片的RGB分析对于研究大气混浊度是

有效的。手动获取全景图片有助于对目标物能见度的研究。已经编辑好的近红外图片数据见上文所述的网址中。

在亚洲东部地区选择乌兰巴托、长春和鹿儿岛作为监测点有助于进一步解析卫星遥感图片及从大尺度上研究沙尘的传输过程。大量沙尘粒子经由长春、韩国和日本地区抵达太平洋海域,还有一些沙尘由更靠地理北部的途径到达北太平洋地区甚至更远。

参考文献:

- [1] K. Kinoshita et al., Long-term observation of Asian dust in Changchun and Kagoshima[J]. Water, Air and Soil Pollution: Focus 5, pp. 89-100, 2005.
- [2] K. Kinoshita et al., Properties of long-time digital camera records in Changchun and Ulaanbaatar[J]. Proc. CE-ReS International Symposium on Radiation Budget and Atmospheric Parameters Studied by Satellite and Ground Observation Data, Chiba, Japan, 2005, pp. 136-141.
- [3] K. Kinoshita et al., Interval Camera Recordings of 2004 Asian Dusts in Mongolia[J]. Northeast China and Southwest Japan, Proc. 4th ADEC Workshop. Nagasaki, Japan, 2005, pp. 349-352.
- [4] K. Kinoshita et al., Automatic image recording network of sand storm and dusty airs in northern Asia[J]. International Radiation Symposium: Current Problems in Atmospheric Radiation, 2004, Busan, Korea, Deepak Pub., pp. 319-322, 2006.
- [5] K. Kinoshita et al., Ground and Satellite Monitoring of Volcanic Aerosols in Visible and Infrared Bands[J]. Proc. CE-ReS Int. Symp. Remote Sensing, Chiba, Japan, Dec. 2003, pp. 187-196.
- [6] Kagoshima Kosa Analysis Group, Satellite Imagery of Asian Dust Events[M]. Kagoshima University, 159 pp., 2001; N. Iino et al., NOAA and GMS observations of Asian dust events during 2000-2002[J]. Proc. SPIE Vol. 4895, pp. 18-27, 2003.
- [7] 王宁 et al., Automatic camera observation of Asian dusts in Changchun [M] Ulaanbaatar and Kagoshima in the spring of 2005, 3rd. Int. Workshop on Dust Storms and Associated Dust-fall, Huhhot, China, 2005.
- [8] D. Jugder et al., Fixed-point camera observation of Asian dust in Northeast Asia and satellite imagery[M]. 4th Int. Workshop on Dust/Sand Storms, Ulaanbaatar, Mongolia, 2007.
- [9] A. Nishimachi et al., Analysis of the transport of yellow sand by satellite remote sensing data, Proc[M]. 41th Rem. Sens. Soc. Japan, pp. 103-104, 2006 (in Japanese with English abstract).